
UDK 612.858.7

Originalni znanstveni rad

Primljeno: 27. 3. 1989.

Geza Dudaš
Centar SUVAG, Osijek

Lateralizacija slušanja raznovrsnih govornih znakova

SAŽETAK:

Na uzorku od 144 ispitanika i 150 riječi ispitana je lateralizacija slušanja raznovrsnih govornih znakova. Pokazano je da se logički znakovi više lateraliziraju na desno uho, a ekspresivni znakovi na lijevo uho ili se primaju bilateralno. Logički se znakovi vjerojatno procesiraju u lijevoj hemisferi mozga, dok se ekspresivni znakovi više procesiraju u desnoj hemisferi, ali se mogu procesirati i bihemisferalno.

1. Uvod

Razumijevanje neuro-fonetskih osnova percepcije govora može biti vrlo značajno za planiranje i izvedbu postupaka rehabilitacije slušanja i govora. Proučavanje lateralizacije slušanja govora povezano je sa širim problemima percepcije govora. Govor u cjelini, pa i percepcija govora, nije upravljana samo iz lijeve, dominantne hemisfere, nego iz obje hemisfere, ali tako da se neki elementi govora više upravljaju iz jedne, a drugi iz druge hemisfere. Govor je sintetizirana cjelina i pretpostavlja koordiniranu suradnju obaju hemisfera.¹

Prema nekim podacima, razvoj govora povezan je s razvojem dominacije moždanih hemisfera.²

Postoje podaci prema kojima djeca sa zaostajanjem u razvoju lateralnosti, zaostaju i u razvoju govora. Može se postaviti pitanje, ovisi li sve govorne funkcije o lateralnosti moždanih funkcija, jer neki se elementi govora usvajaju u prvim mjesecima života kad još nije razvijena specijalizacija jedne hemisfere mozga za govorne funkcije.³

Radovi vezani za etiologiju mucanja upozorili su na moguću vezu između poremećaja lateralizacije pojedinih govornih funkcija i govornih poremećaja. Međutim, između pojave mucanja i desne ili lijeve lateralizacije nekih funkcija nije uvijek nađen jednoznačan odnos.⁴

Sulejmanpašić prenosi mišljenje Tomatisa da oko 90 posto osoba koje mucaju imaju blago oštećenje sluha na dominantnom uhu. Ta hipoteza u sljedećim istraživanjima nije potvrđena.⁵ Može se pretpostaviti da se ipak ne radi o fiziološkoj nagluhosti dominantnog uha kod osoba koje mucaju, nego je vjerojatno riječ o smetnjama lateralizacije percepcije i kontrole govora. Ovo međutim još nije istraženo.⁶

Vjerojatno postoji povezanost između sazrijevanja lateralnosti moždanih hemisfera i govornog razvoja. Kod djece s neodređenom lateralizacijom, govorni razvoj može kasniti. Većina te djece spontano usvaja govor čim se u njih pojavi preferencija za jednu stranu tijela.⁷

D.H. Delacato iznosi da se stereofonsko slušanje razvija od 12. do 18. mjeseca života. Potpuna se lateralizacija slušanja govora razvija od druge do sedme godine života. Delacato smatra da je dominantnost jedne strane mozga rezultat biološkog razvoja, tj. filogenetskog i ontogenetskog razvoja.⁸ Zanimljiva je Delacatova tvrdnja da se slušanje glazbe lateralizira u desnu hemisferu mozga, pa natprosječno muzikalna djeca, imaju teškoća u govornom razvoju zbog dominacije desne hemisfere u slušanju.

Prema mišljenju nekih istraživača lateralnost se stječe u toku razvoja i ontogeneze.⁹ C. Brajović¹⁰ razradio je terapijske modele rehabilitacije govornih smetnji u kojima se sistematski razvija lateralizacija i specijalizacija pojedinih moždanih hemisfera za pojedine govorne funkcije.¹¹

2. Svrha rada

Ovo istraživanje polazi od činjenica prema kojima govor u cjelini nije upravlján samo iz jedne, lijeve hemisfere, nego iz obaju, ali pri tome se neki elementi govora pretežno upravljaju iz jedne, a drugi iz druge hemisfere, pa cjelovita percepcija govora pretpostavlja koordiniranu aktivnost obaju hemisfera. Istražuje se koji su elementi govora smješteni u lijevoj hemisferi u kojoj su centri za semantičke, logičke znakove govora. Zatim, koji su elementi govora smješteni u desnoj hemisferi, u kojoj je središte glazbenog sluha te slikovitih i estetskih znakova govora.

3. Hipoteze

Eksperiment se temelji na pojavi da je jedno uho dominantnije pri slušanju u uvjetima opterećenja šumom. Lateralizacija slušanja će se javljati na onom uhu koje je kontralateralno dominantnoj hemisferi za obradu slušnog sadržaja.¹²

Postavljene su sljedeće hipoteze:

- I. Percepcija govora u cjelini je lijevohemisferalna, i lateralizira se više na desno uho.
- II. Lateralizacija na desno uho izrazitija je što je broj suglasnika u riječima veći.
- III. Lateralizacija na desno uho izrazitija je što riječi imaju više suglasničkih skupina.
- IV. Više se lateraliziraju na desno uho riječi koje sadrže pokretljivije glasove.
- V. Lateralizacija na desno uho češća je kod riječi koje sadrže glasove određenih binarnih distinktivnih karakteristika.
- VI. Manje se lateraliziraju na desno uho riječi koje imaju više sonornosti.
- VII. Više se lateraliziraju na desno uho riječi koje imaju manju subjektivnu frekventnost.

4. Uzorak i metode

U pokusu je promatrana lateralizacija 150 riječi prema razumljivosti na 144 ispitanika u dobi od 11 godina i 2 mjeseca do 12 godina i 1 mjesec. Riječi su bile pretežno dvosložne, jedna trosložna i četiri jednosložne. Svrstane su u tri skupine prema stupnju zastupljenosti suglasnika: konsonantske sa 68,26 posto suglasnika, izjednačene sa 55,58 posto suglasnika i vokalske sa 52,96 posto suglasnika. Lista riječi snimljena je na magnetofonsku vrpcu. Ispitanici su ispitivani pojedinačno. Slušali su preko slušalica na jednoj strani riječi koje su bile filtrirane tako da su propuštene frekvencije od 300 do 600 Hz i od 2400 do 4800 Hz. Intenzitet je bio

70 dB SPL, kontroliran je s pomoću SPL-metra. Na drugoj strani slušalica ispitanici su slušali bijeli šum intenziteta 70 dB SPL. Ispitanici su prvo na jednom uhu slušali jednu seriju riječi iz grupe konsonantskih riječi, zatim jednu seriju iz grupe izjednačenih riječi i na kraju seriju iz grupe vokalskih riječi. Bilježene su riječi koje je ispitanik razumio na tom uhu. Postupak je ponovljen i za drugo uho. Redoslijed ispitivanja desno - lijevo mijenjao se, da bi se izbjeglo utjecaj redoslijeda ispitivanja na rezultate.

5. Rezultati i diskusija

U tabeli br. 1 prikazan je prosječan broj riječi koje su ispitanici razumjeli na desnom i lijevom uhu iz pojedinih serija riječi.

Tabela 1

Prosječan broj riječi koji su ispitanici razumjeli na desnom i lijevom uhu

	Desno		Lijevo	
	M	S	M	S
Konsonantske riječi	6,21	2,36	2,74	1,68
Izjednačene riječi	6,03	2,22	4,33	1,88
Vokalske riječi	5,69	2,42	4,40	2,01
	F=56,96		p=0,01	

Legenda:

M - aritmetička sredina

S - standardna devijacija

F - F test

p - vjerojatnost da su razlike aritmetičkih sredina slučajne

Iz tabele br. 1 vidljivo je da se sve tri skupine riječi (konsonantske, izjednačene i vokalske) u otežanim uvjetima slušanja lateraliziraju više na desno uho.¹⁴ Istodobno postoji tendencija da je lateralizacija izraženija na desno uho kod riječi s više suglasnika.

Tabela 2

Razlika proporcija konsonantskih skupina u riječima koje su ispitanici lateralizirali na desno i na lijevo uho

	Desno	Lijevo
Broj kons. skupina	1435	781
Proporcija	0,1906	0,1580
Razlika proporcija	0,0326	
Standardna pogreška	0,0071	
p	0,0000	

Iz tabele br. 2 vidljivo je da su konsonantske skupine bile zastupljenije u riječima koje su se lateralizirale na desno uho. (15)

Tabela 3

Korelacije nekih karakteristika riječi i lateralizacije na desno i na lijevo uho

	Desno	p	Lijevo	p
Pokretljivost	-,0027	,98	-,4383	,00
Difuznost	,0217	,80	-,1968	,02
Prekidnost	,0591	,48	-,4672	,00
Bezvučnost	,0432	,60	-,3835	,00
Duljina nagl. sloga	,0809	,33	,2174	,01
Broj samoglasnika	,0305	,72	,4941	,00
Broj sonanata	-,0396	,64	,1691	,04
Sonornost	,0323	,70	,4519	,00
Subjektivna frekvent.	,0639	,44	,2166	,00

Legenda: p- vjerojatnost da nema korelacije

Pokretljivost glasova u riječima utječe da se manje lateraliziraju riječi na lijevo uho.¹⁶

Dobiveni rezultat upotpunjuje već izrečenu činjenicu da se riječi s više suglasnika lateraliziraju na desno uho.

Može se slično zaključiti i upogledu difuznosti, prekidnosti i bezvučnosti glasova u riječima.¹⁷ Riječi koje su imale više glasova s takvim karakteristikama u ovom istraživanju manje su se lateralizirale na lijevo uho.

Prema istraživanjima Fanta¹⁸ i Stevensa¹⁹ labijalnost, dentalnost i velarnost konsonanata u percepciji diskriminiraju se na osnovi visinskih svojstava frekvencije, difuznosti i kompaktnosti tih glasova. Na osnovi složenosti i logičke prirode te diskriminacije moglo se pretpostavljati da se ti procesi perceptivne diskriminacije odvijaju u lijevoj hemisferi mozga. To potvrđuju i rezultati Čistovičeve²⁰ da je vrijeme potrebno za percepciju pojedinih konsonanata različito. Najduže se percipiraju bezvučni okluzivi, zatim zvučni okluzivi, pa sonanti i frikativi. Može se pretpostaviti da fonemi koji se percipiraju brže zahtijevaju manje logičke analize, više su estetske, auditivne prirode i zbog toga se lateraliziraju u slušanje više na lijevo uho ili binauralno.

Za razliku od spomenutih glasovnih karakteristika riječi (pokretljivost, difuznost, prekidnost, bezvučnost) svojstva kao što su duljina naglašenog sloga, broj sonanata u riječima i broj samoglasnika, sonornost riječi utječu da se slušanje riječi lateralizira na lijevo uho. Objašnjenje ovih rezultata moglo bi se tražiti u estetskoj, auditivnoj prirodi ovih govornih elemenata. Liberman i suradnici²¹ u vezi s percepcijom glasova uveli su pojam kategorijalne percepcije. Glasovi se u percepciji dijele na kodirane i nekodirane foneme. Kodirani fonemi podložni su prestrukturiranju akustičkih ključeva u percepciji ovisno o fonemskom kontekstu. Kodirani fonemi percipiraju se kategorijalno, nekontinuirano u pogledu pojedinih distinktivnih karakteristika. Nekodirani fonemi jesu vokali za koje postoje relativ-

no invarijantne akustičke karakteristike u percepciji. Vokali se percipiraju nekategorijalno, na kontinuumu svojih obilježja. Zbog ovih karakteristika, pretpostavljalo se da se u percepciji kodirani fonemi lateraliziraju na desno uho, a nekodirani na lijevo.²²

Veća lateralizacija na lijevo uho subjektivno frekventnih, više očekivanih riječi nameće zaključak da u otežanim uvjetima percepcije u obradi perceptivnih podataka sudjeluju i dijelovi motoričkog Brokinog centra govora. Percepcija riječi preko lijevog uha uspješnija je samo kod očekivanih, redundantnih riječi.²³

Sve opisane razlike u razumijevanju riječi u ovisnosti o karakteristikama tih riječi, značajnije su na lijevom nego na desnom uhu. To bi nas upućivalo na pretpostavku da je procesiranje logičkih znakova visoko specijalizirana djelatnost lijeve hemisfere mozga, dok je procesiranje ekspresivnih i estetskih znakova²⁴ moguće vjerojatno podjednako i na lijevoj i na desnoj hemisferi. Možemo pretpostaviti da se govorni signali prvo procesiraju kao ekspresivni ili estetski, kao redundantni elementi i tek ako ovaj proces nije dovoljan, signali se šalju na procesiranje u lijevu hemisferu.

6. Zaključak

U percepciji govora oni njegovi elementi koji su više auditivni, više redundantni i zahtijevaju manje napora u perceptivnom dekodiranju lateraliziraju se na lijevo uho (u desnu hemisferu) a mogu biti procesirani i posredstvom desnog uha (u lijevoj hemisferi).

Nasuprot tome na desno se uho lateraliziraju elementi koji su informativniji i zahtijevaju dodatne analize u procesu percepcije. Procesiranje ovih logičkih znakova govora visoko je specijalizirana djelatnost lijeve hemisfere mozga.

Bihemisferalnost ili desnohemisferalnost percepcije ekspresivnih estetskih govornih znakova, te lijevohemisferalnost percepcije logičkih znakova može dati posebno značenje pojedinim postupcima u logopediji, u rehabilitaciji slušanja te na drugim područjima primjene fonetskih istraživanja.

Bilješke

- 1 Lateralizaciju slušanja govora u cjelini ili pojedinih govornih elemenata vjerojatno omogućava već i način inervacije cilijarnih stanica Kortijevog organa. Preko sistema eferentnih niti percepcija govora ili pojedinih elemenata govora može biti inhibirana. Eferentna inervacija bogatija je na unutrašnjim cilijarnim stanicama Kortijevog organa, nego na vanjskim stanicama. Unutrašnje cilijarne stanice ujedno su i anatomske više prilagođene analitičkoj percepciji govora od vanjskih cilijarnih stanica, jer je većina unutrašnjih stanica inervirana posebnim pojedinačnim aferentnim vlaknima. (Simonović, M: Audiologija 1, Savremena administracija, Beograd, 1977).

- 2 West, Ansberry i Carr navode da semantička upotreba govornih znakova počinje kod djece istodobno kada se razvija i lateralizacija motoričkih funkcija, tj. subordinacija pokreta jedne strane tijela pokretima druge strane. Istodobno se razvija i dominantnost lijeve cerebralne hemisfere za pojedine govorne funkcije. (R. West, M. Ansberry, A. Carr: *The rehabilitation of speech*, Harper and Row, New York, 1957).
- 3 Poznato je da učenje govora ne počinje u tzv. lingvističkoj fazi. Prema D. Vuletić intonacija i ritam materinskoga govora javljaju se u prelingvističkoj fazi, u fazi gukanja. Zato se može pretpostaviti da neki elementi u govoru, npr. intonacija i ritam, nisu vezani za specijalizaciju funkcija na lijevoj hemisferi mozga ili nisu vezani samo za jednu hemisferu. (D. Vuletić: *Učenje materinjeg govora*, Defektologija IX, 2, 1973, str. 22-29).
- 4 Dž. Sulejmanpašić iznosi mišljenje više autora: Traves i suradnici ispitali su složenim fiziološkim i eksperimentalno - psihološkim metodama omjer mišićne inervacije obje polovice tijela, preciznost i brzinu osjetnosti lijevog i desnog oka, uha i dr. Utvrdili su da kod ispitanika koji mucaju prevladava lijeva polovica tijela. Bryngelson je utvrdio još godine 1939. da među osobama koje mucaju ima 61 posto preodgojenih ljevaka i 34 posto ambilateralala. Međutim, C. Van Dusen nije uočio statistički značajnu razliku broja ljevorukih kod djece koja mucaju i djece koja ne mucaju. Također E. Daniels ispitujući 1594 studenata nije našla povezanost između ljevorukosti i pojave mucanja. (Dž. Sulejmanpašić: *Problematika nauke o mucanju*, Savez društava defektologa Jugoslavije, Beograd, 1969).
- 5 U radu navedenom pod 4.
- 6 Tomatis tvrdi da: "Iako obje cerebralne hemisfere primaju informacije od oba uha, ipak je dominantno uho glavni faktor u kontroli govora. Kad se maskira dominantno uho, pokaže se zastajkivanje u govoru, a ako se maskira kontralateralno uho, način govora ostaje nepromijenjen, normalan. Budući da su mucavi hipoakustični na dominantnom uhu, oni kontroliraju svoj govor kontralateralnim uhom, što dovodi do kašnjenja auditornog feedbacka." (U radu navedenom pod 4, str. 23).
- 7 Van Riper ističe da relativno rijedak uzrok kašnjenja razvitka govora može biti nerazvijenost lateralizacije ili mijenjanje lateralnosti ruke, na čemu insistiraju mnogi roditelji djece ljevaka. (Ch. VanRiper: *Speech Correction*, 3. ed., New York, 1954).
- 8 Prema J. Matajac, Delacato smatra da funkcije govora, pisanja i čitanja znatno ovise o organizaciji živčanog sistema. Za tu je organizaciju najkarakterističniji razvoj lateralizacije pojedinih funkcija. Međutim, o dominantnosti kortikalnih hemisfera ne možemo suditi samo prema dominantnoj ruci, koja je samo jedna funkcija dominantnosti. Dominantnost i subordiniranost hemisfera odnosi se na kompletnu neurološku organizaciju organizma. (J. Matajac: *Dijagnostika poremećaja čitanja i pisanja po Delacatu i kritičke primjedbe*, U: *Test instrumentacija u logopedskoj dijagnostici*, Savez

društava defektologa Jugoslavije, Sarajevo, 1983, str. 119-140).

- 9 C. Brajović ističe da je jedna od važnih zakonitosti razvoja tendencija da se razvoj kontrole motornih i senzornih funkcija odvija od bilateralnosti funkcija ka unilateralnosti. Tek rođeno dijete anatomske je i fiziološke simetričnosti. U toku razvoja razvija se unilateralnost. U toku ontogeneze 95 posto djece postaju dešnjaci. (C. Brajović i Lj. Brajović: Razvojne karakteristike, poremećaji i rehabilitacija odojčeta i malog djeteta, Privredno finansijski vodič, Beograd, 1983).
- 10 U radu navedenom pod 4.
- 11 Problematika lateralnosti percepcije govora detaljnije je obrađena u radu G. Dudaš: Lateralnost percepcije govora, Govor V, 1, 1988.
- 12 Ovim se postupkom ne može utvrditi odvija li se percepcija nekih elemenata govora isključivo samo u jednoj ili drugoj hemisferi, jer jedan dio podražaja iz receptora stiže u korteks homolateralno. Na razini receptora lateralizacija je djelomična i može se protumačiti ili kao djelomična ili kao homolateralna komponenta uz potpunu dominantnu hemisferu.
- 13 Primjenom analize varijance i izračunavanjem F testa utvrđeno je da su razlike među aritmetičkim sredinama značajne na razini 0,01.
- 14 Konsonantske riječi imale su 68,26 posto suglasnika, izjednačene 55,58 posto a vokalske 52,96 posto suglasnika.
- 15 Razlika proporcija konsonantskih skupina u riječima koje su se lateralizirale na desno i na lijevo uho, značajna je na razini od 0,01.
- 16 Karakteristike glasova: pokretljivost glasova, duljina naglašenog sloga i sonorost ocijenjene su prema analognom postupku, koji opisuje D. Horga. (D. Horga: Faktori koji strukturiraju visinsku optimalu riječi, Filozofski fakultet, Zagreb, 1974, (magistarski rad).
- 17 Jakobson je razradio model distinktivnih obilježja fonema na razini lingvističkog opisa i na binarističkom principu. Pretpostavljalo se da su distinktivna obilježja međusobno neovisna, što poslije nije eksperimentalno potvrđeno. Jakobson nije iznio pretpostavke o lateralnosti percepcije pojedinih distinktivnih obilježja. (R. Jakobson: Lingvistika i poetika, Nolit, Beograd, 1966).
- 18 G. Fant: Acoustic theory of speech production, The Hague, Mouton, 1960.
- 19 K. N. Stevens: The potential role of property detectors in the perception of consonants, In: Auditory analysis and perception of speech, ed. Fant, C. and M.A.A. Tatham, Academic Press, London, 1957, str. 304-330.
- 20 D. Horga: Sposobnost procesiranja fonetskih informacija, Filozofski fakultet, Zagreb, 1987. (Doktorska disertacija)
- 21 A.M. Liberman, P.C. Delattre and F.S. Cooper: The role of selected stimulus variables in the perception of the unvoiced stop consonants, American Journal of Psychology, 65. 1952, 497- 516.

- 22 Suprotno tome Horga (u radu pod 20) iznosi mišljenje Fujisakija i Kavachima prema kojem se i kratki vokali, koji traju od 30 do 50 m. sec. percipiraju isto kategorijalno, kao i konsonanti. Štoviše kategorijalna percepcija prisutna je općenito u percepciji u otežanim uvjetima, i nije vezana samo za percepciju govora. Pokazalo se da su bitne dimenzije u kategorijalnoj percepciji konsonantskih glasova zvučnost - bezzvučnost, okluzivnost - frikativnost i mjesto artikulacije.
- 23 Subjektivna frekventnost riječi procijenjena je na osnovi ocjena 10 ocjenjivača. Postupak je opisao D. Horga (u radu pod 16).
- 24 Na lijevom uhu ugodnije sluša glazbu 40,28 posto ispitanika ovog uzorka, 29,17 posto na desnom, a 30,56 posto nije se moglo opredijeliti; razlika je za desno i lijevo uho znatna. (Prema G. Dudaš: *Lateralizacija slušanja nekih logičkih i estetskih znakova*. Magistarski rad, Zagreb, 1987).

Geza Dudaš
SUVAG Center, Osijek

LATERALIZATION OF HEARING VARIOUS SPEECH SIGNALS

SUMMARY

The lateralization of hearing various speech signals was tested on a sample of 150 words and 144 testees. The logical signals were shown to be predominantly perceived by the right ear whereas the expressive signals were more often perceived either by the left ear or bilaterally. The logical signals are probably processed in the left hemisphere of the brain while the expressive ones are predominantly processed in the right hemisphere although they can also be in both hemispheres.